

Poslucháčov treba vyzvať, aby sa v debate okolo experimentov nebáli hovoriť aj zdanlivo hlúpe myšlienky. Pokrok nenastáva opakovaním známych vecí, ale rozvíjaním šibnutých nápadov (z ktorých sa malá časť ukáže *groundbreaking*).

E1.

Do suchej plastovej fľaše nadýchame teplý vlhký vzduch (alebo nad hrncom naberieme paru) a vyložíme ju na minútu von do chladného vzduchu, prípadne vložíme do ľadovej vody.

* Fľaša sa scvrkne. [Pri fixnom tlaku (atmosférický) sa pri poklese teploty musí zmenšiť objem.]

* Fľaša sa z vnútornej strany zarosí. [Studený vzduch nemá kapacitu absorbovať toľko vlhkosti, preto sa pri ochladení časť vyzráža. Demonštrovať to možno tiež otvorením okna v zime (zarosí sa), podobne kapacita vody absorbovať soľ či cukor závisí teploty (teplejšia viac, pri ochladení sa vyzráža rozpustená látka z roztoku).]

E2.

Plastovú priehľadnú striekačku s piestom naplníme do polovice vzduchom a zapcháme prstom otvor. Tlačíme a ťaháme piest.

* Piest možno zatlačiť, ale nie úplne: hoci vzduch nevidno, stlačeniu sa bráni; pri zmenšovaní objemu stúpa tlak.

* Zatlačme piest úplne a zapchajme otvor. Piest možno povytiahnuť, ale čím viac ho vytiahneme, tým ťažšie to ide. Ak piest pustíme, rýchlo sa vráti do pôvodnej polohy.

[Vzduch je aj vnútri, aj vonku, tlačí tak na piest z oboch strán. Podľa toho, kde je tlak väčší, sa piest posúva.]

E3.

Zopakujeme E2 so striekačkou naplnenou vodou.

* Piest sa ani nepohne.

[Kvapaliny sú na rozdiel od plynov nestlačiteľné a teda aj neroztiahnuteľné.]

Diskusia

- pokusy slúžia na vyvracanie hypotéz
- experimentom nemožno nič dokázať, lebo existujú alternatívne vysvetlenia
- až keď vyvrátíme všetky alternatívne vysvetlenia, začíname teórii trocha veriť
- matematická štatistika: *reject* / *failed to reject*, nikdy confirm
- naše experimenty sú ilustráciou javu, ich vysvetlenia veríme kvôli stovkám iných experimentov, ktoré treba vnímať ako celok
- chybné vysvetlenia, napr. cargo cult, alebo ako by v stredoveku vysvetlili pohyb auta?
- technika vyzerá ako mágia, ak jej nerozumíme (vedeli by sme rozoznať mimozemšťanov?)

Účastníkov necháme hľadať alternatívne vysvetlenia toho, že **v striekačke je vzduch, preto ju nemožno úplne stlačiť, a čím ďalej, tým ťažšie sa stláča**. Pre každé z nich navrhujeme experiment alebo postup, ktorý toto vysvetlenie spochybňuje. Príklady:

* V striekačke je neviditeľná pružina.

* Priemer striekačky sa nenápadne zužuje, preto je čím ďalej, tým ťažšie tlačiť piest.

* Pri vývode striekačky je niečo, čo piest odpudzuje (napr. na princípe magnetizmu).

* Gravitácia či iná vonkajšia sila bráni pohybu piestu.

* Striekačka má netesnosti, niečo niekde uniká či naopak vchádza.

* Medzi piestom a striekačkou rastie odpor, napr. kvôli tomu, že sa pri pohybe piest zahrieva.

* Pri pohybe piestu dochádza k chemickej reakcii a vtedy vznikne plyn kladúci odpor.

Niektoré vysvetlenia sú *nevedecké*, v zmysle neskúmateľné vedeckou metódou, nie falzifikovateľné, napr. že výsledky experimentu sa zmenia, keď sa nejaký boh rozhodne, alebo keď skončí mayský kalendár.

Vedecká metóda spoznávania sveta prebieha vo fyzike zhruba takto:

1. Pozorovanie: niečo zaujímavé si všimneme.
2. Formulácia otázky: ďalšími pozorovaniami (v prirodzenom či umelom prostredí) sa snažíme spresniť otázku, napr. izolujeme faktory, ktoré majú či nemajú vplyv na pozorovaný jav.
3. Hypotéza: vytvoríme vyvrátiteľné vysvetlenie či predpoveď.
4. Experimenty: navrhujeme experimenty, ktoré môžu spochybniť hypotézu.
5. Teória: ak niečo dlho napriek snahe nevieme spochybniť, prijmeme to ako možné vysvetlenie javu.

Po desaťročiach až storočiach sa z toho stane "fyzikálny zákon" (a zároveň priebežne zisťujeme jeho obmedzenia, napr. Newtonova mechanika nefunguje pri rýchlostiach blízkyh rýchlosti svetla).

Príklady ťažko vysvetliteľných javov:

- * šmykľavosť ľadu,
- * vznik dúhy či meniaci sa farba oblohy,
- * prečo letí lietadlo (aj otočené naopak),
- * prečo bzučia drôty vysokého napätia,
- * prečo je tenký plátok zlata pri pohľade proti svetlu práve zelený.

E4.

Striekačku bez piesta otočíme vývodom nadol, zapcháme ho prstom a naplníme úplne vodou.

Navrch položíme kus papiera tak, aby prekryl celý otvor a trocha trčal naokolo.

Čo sa stane, keď striekačku otočíme? A čo ak uvoľníme vývod? Fungovalo by to bez papiera?

- * Nič, až kým sa papier nerozmočí. Po uvoľnení vývodu však voda hneď vytečie.

[Atmosférický tlak pôsobiaci na papier bráni vode vytiecť. Bez papiera však voda vytečie (hladina neudrží tvar).]

E5.

V jednej ruke držíme plastovú fľašu naplnenú vzduchom, v druhej vodou. Obe fľaše rovnako silno stlačíme.

Zvyčajne pri naplňovaní vodou vznikne malá bublinka, pozorujeme ju a veľmi silno stlačíme fľašu.

- * Voda je nestlačiteľná, fľaša s vodou tak nanajvýš mierne zmení tvar. Fľaša so vzduchom je čiastočne stlačiteľná. Bublinka sa zmenší.

E6.

Blízko vývodu striekačky plnej vzduchu položí dobrovoľník prst. Niektorý iný (silný dospelý) zapchá prstom vývod a prudko stlačí piest.

Zmení sa teplota striekačky? Ako? Vezmeme hustilku a fúkame koleso na bicykli.

Ako sa zmení teplota hustilky (najlepšie kovové časti blízko vývodu)?

Vypustíme z kolesa bicykla vzduch. Ako sa zmení teplota ventilu?

- * Pri hustení sa pumpa zohreje, podobne striekačka pri stlačení (ale efekt pri striekačke je slabšie pozorovateľný). Naopak ventil sa pri vypustení vzduchu ochladí.

[Prudké rozpínanie plyn ochladzuje, prudké stláčanie zahrieva.]

E7.

Naplníme vedro vodou, ponoríme plastový pohár a vypustíme z neho vzduch. Pohár obrátíme hore dnom a nadvihne (aby spodný okraj zostal ponorený). Vytečie z neho voda?

- * Voda nevytečie. [Nedovolí jej to atmosférický tlak. Na vodu v pohári pôsobia dve sily: gravitačná, smerom nadol, a sila smerom nahor vyvolaná atmosférickým tlakom na hladinu kvapaliny, ktorý sa prenáša do každého bodu kvapaliny vďaka nestlačiteľnosti. Čím vyšší pohár, tým väčšia gravitačná sila.]

E8.

Zboku plastovej fľaše, blízko ku spodku, spravíme dierku, a naplníme fľašu vodou. Ak nemá vrchnák, voda vyteká. Čo sa stane po zavretí fľaše? A čo by sa stalo, keby diera bola veľmi malá alebo veľmi veľká?

* Primalou dierkou voda nebude vytekať vôbec kvôli povrchovému napätiu.

* Priveľkou vojde dnu vzduch, čiže sa to bude správať ako pri otvorenom vrchnáku a voda nad dierkou vytečie (mení sa rýchlosť vytekania?).

* Ak máme otvor vhodnej veľkosti, pri zavretí fľaši zabráni vode vytekať atmosférický tlak.

[Voda prestane vytekať v momente, keď sa tlak vodného stĺpca nad dierkou + vzduchu vo fľaši nad vodou vyrovná vonkajšiemu atmosférickému.

Ideálne by bolo mať miesto dierky jednosmerný ventil umožňujúci výtok vody.]

E9.

Zboku spravíme zdola nahor do plastovej fľaše zhruba 4 rovnaké dierky, zapcháme ich prstami a fľašu naplníme vodou. Potom dierky odkryjeme.

* Voda z dierok strieka rôzne ďaleko, tým ďalej, čím nižšia dierka. [Tlak vody s otvorenou hladinou (hydrostatický) je vyšší naspodku, lebo ten tlak vytvára voda nad dierkou + gravitácia Zeme + atmosférický tlak (opäť vzduch plus gravitácia).]

E10.

Na kuchynskú váhu postavíme pohár do 2/3 naplnený vodou a do vody postupne (jednotlivo, osobitne) ponoríme najprv prst, potom kovový predmet, potom drevenú paličku či striekačku naplnenú vzduchom (vložený predmet pevne držíme v ruke, ktorou nehýbeme). Zmení sa číslo na váhe?

* Hmotnosť, ktorú váha ukazuje, vždy stúpne (nezáleží teda na tom, či daný predmet na vode pláva alebo by sa ponoril, keby sme ho nedržali). Cítíme, že vložený predmet je vytláčaný smerom nahor (ak je dostatočne veľký).

[Voda nadľahčuje všetky predmety, niektoré vďaka tomu plávajú na hladine, iné klesnú ku dnu, lebo gravitácia na nich pôsobí oveľa viac ako nadnášanie vodou (na vysvetlenie vztlakovej sily viď dopĺňujúcu otázku nižšie). Keď však voda pôsobí silou na prst, musí aj prst pôsobiť presne opačnou silou na vodu. A tá cez pohár prenesie toto pôsobenie na váhu (váha ukazuje vlastne súčet gravitačnej sily pôsobiacej na pohár a vodu a sily, ktorou pôsobí naša ruka proti vztlakovej sile vody pôsobiacej na daný predmet). Všimnite si, že v pohári stúpne ponorením predmetu hladina, to však nemá vplyv na hmotnosť vody.]